

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-165434

(43)Date of publication of application : 07.06.2002

(51)Int.Cl.

H02K 41/03

H02K 9/19

(21)Application number : 2000-354011

(71)Applicant : YASKAWA ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 21.11.2000

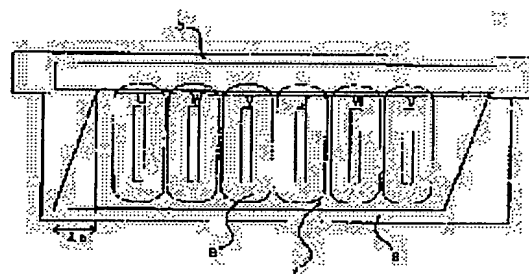
(72)Inventor : TOMINAGA RYUICHIRO  
YAMAMOTO MASAYA  
FUJII TAKAO

## (54) CORELESS LINEAR MOTOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a coreless linear motor wherein ripples in attractive braking due to eddy current produced in a winding fixing frame is minimized without limits, and heat from armature winding is dissipated efficiently.

**SOLUTION:** The coreless linear motor 1 comprises a field yoke 3, where a plurality of permanent magnets 4 forming field poles are arranged in a line so that the polarity thereof alternates, and a coreless armature 6 that is opposed to the row of the permanent magnets 4 with a magnetic air gap in between and is formed by arranging an armature winding 8, composed of a plurality of coil groups on both sides of a winding fixing frame 7 and bonding them together, using a resin mold 9. The winding fixing frame is formed of a nonmagnetic thin member, such as stainless steel, and is molded so that both ends of the winding fixing frame 7 are slanted in the direction of the length of the winding fixing frame 7, within the range of a length  $\lambda c$  corresponding to a magnetic pole pitch  $\lambda$  of the permanent magnets 4.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-165434

(P2002-165434A)

(43) 公開日 平成14年6月7日 (2002.6.7)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード (参考)

H 0 2 K 41/03

H 0 2 K 41/03

A 5 H 6 0 9

9/19

9/19

B 5 H 6 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-354011(P2000-354011)

(22) 出願日 平成12年11月21日 (2000. 11. 21)

(71) 出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号

(72) 発明者 宮永 竜一郎

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号

株式会社安川電機内

(72) 発明者 山本 雅也

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号

株式会社安川電機内

(72) 発明者 藤井 崇男

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号

株式会社安川電機内

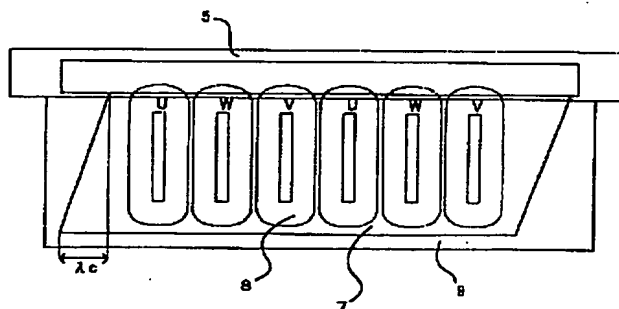
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コアレスリニアモータ

(57) 【要約】

【課題】 巻線固定枠に発生する渦電流による粘性制動力のリップルを限りなく零にすることができ、電機子巻線の温度上昇を効率的に放熱することが可能なコアレスリニアモータを提供することを目的とする。

【解決手段】 交互に極性が異なるように界磁極を構成する複数の永久磁石 4 を直線状に並べて配置した界磁ヨーク 3 と、永久磁石 4 の磁石列と磁気的空隙を介して対向配置されると共に、複数個のコイル群で構成された電機子巻線 8 を巻線固定枠 7 の両面に並べて樹脂モールド 9 により固着してなるコアレス型の電機子 6 とを備えたコアレスリニアモータ 1 において、ステンレスなどの非磁性の薄肉部材で構成してあり、巻線固定枠 7 の両端部は、巻線固定枠 7 の長手方向に向かって永久磁石 4 の磁極ピッチ  $\lambda$  に相当する長さ  $\lambda_c$  の範囲だけ傾斜させて成形したものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 交互に極性が異なるように界磁極を構成する複数の永久磁石を直線状に並べて配置した界磁ヨークと、前記永久磁石の磁石列と磁氣的空隙を介して対向配置されると共に複数のコイル群を平板状に成形してなる電機子巻線を有したコアレス型の電機子とを備え、前記電機子は、前記電機子の長手方向に沿って、前記電機子巻線を両面に装着した巻線固定枠と、前記巻線固定枠を位置決め固定するための電機子固定板と、前記電機子巻線を前記巻線固定枠に固着するための樹脂モールドとより構成され、前記界磁ヨークと前記電機子の何れか一方を固定子に、他方を可動子として、前記界磁ヨークと前記電機子を相対的に走行するようにしたコアレスリニアモータにおいて、前記巻線固定枠の両端部は、前記巻線固定枠の長手方向に向かって前記永久磁石の磁極ピッチに相当する長さだけ傾斜させて成形してあることを特徴とするコアレスリニアモータ。

【請求項 2】 前記巻線固定枠を非磁性のステンレスとしたことを特徴とする請求項 1 記載のコアレスリニアモータ。

【請求項 3】 前記巻線固定枠を櫛歯状に成形したものであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のコアレスリニアモータ。

【請求項 4】 前記巻線固定枠の表面に、各々のコイル群の位置決めを行うための突起を設けたことを特徴とする請求項 1 から 3 までの何れか 1 項に記載のコアレスリニアモータ。

【請求項 5】 前記電機子固定板の内部に、冷媒を循環させる冷媒通路を設けたことを特徴とする請求項 1 から 4 までの何れか 1 項に記載のコアレスリニアモータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば、半導体製造装置のステッパ駆動装置や工作機械のテーブル送りなど、超精密位置決め・高推力が要求される用途に適するコアレスリニアモータに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、半導体製造装置のステッパ駆動や工作機械のテーブル送りなど、超精密位置決め・高推力が要求される用途に適するリニアモータは、図 1、2 のようになっている。図 1 は本発明と従来技術に共通なコアレスリニアモータの全体斜視図、図 2 は図 1 における電機子の正断面図である。また、図 7 は従来のコアレスリニアモータの電機子であって、図 2 の電機子を側面から見たものに相当する。なお、本発明および従来技術ともムービングコイル型リニアモータを例示して説明する。図において、1 はコアレスリニアモータ、2 は界磁ヨーク固定板、3 は界磁ヨーク、4 は永久磁石、5 は電機子固定板、6 は電機子、7 1 は巻線固定枠、8 は電機

子巻線、9 は樹脂モールドである。コアレスリニアモータ 1 は、N 極、S 極の極性が交互に異なるように界磁極を構成する複数の永久磁石 4 が 2 列の界磁ヨーク 3 の側面に直線状に並べて配置され、各々の界磁ヨーク 3 の間に界磁ヨーク固定板 2 を配設して固定子を構成している。また、前記永久磁石 4 の磁石列の長手方向には、磁氣的空隙を介して複数の集中巻したコイル群を平板状に成形してなるコアレス型の電機子巻線 8 が対向配置されており、可動子を構成している。ここで、電機子巻線 8 は、図 7 に示すように、強度と絶縁性を向上できるように、ステンレスや FRP などの非磁性部材からなる長方形の平板からなる巻線固定枠 7 1 の両面に保持されており、電機子の長手方向に沿って、巻線固定枠 7 1、電機子固定板 5 と共に樹脂モールド 9 により固着し固定されている。このような構成で、可動子を構成する電機子巻線 8 に電流を流すと各コイル群に磁束が発生し、この磁束と永久磁石 4 との電磁作用により、可動子が進行方向へ移動する。この時、電機子巻線 8 に電流を流すことによって発生した熱は、電機子固定板 5 を通して放熱される。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来技術では、ステンレスからなる巻線固定枠 7 1 を単に長方形に成形しものでは、巻線固定枠 7 1 において、リニアモータの可動子の移動中に磁界の作る磁束と鎖交することによって渦電流が発生し、これにより巻線固定枠 7 1 に粘性制動力が引き起こされ、この粘性制動力のリップルが一定速送りを阻害するという問題があった。また、ステンレスを用いた巻線固定枠 7 1 の長手方向における長さを、 $L = (N + 1 / 2) \times \lambda$  (但し、 $N$  は正の整数、 $\lambda$  は永久磁石の磁極ピッチ) とし、粘性制動力のリップルの低減を図る方法も提案されているが、単に巻線固定枠 7 1 の長手方向の長さを数値限定するだけでは、大幅な粘性制動力のリップルの低減は期待できないという問題があった。さらに、巻線固定枠 7 1 に FRP を用いた場合は、熱伝導率が悪く、電機子巻線 8、樹脂モールド 9 および電機子固定板 5 間の熱抵抗が大きいことから、電機子巻線 8 からの発生熱を巻線固定枠 7 1 を介して電機子固定板 5 に効率よく放熱させて、電機子巻線 8 の温度上昇を抑えることは限界があった。本発明は、上記の問題を解決するためになされたものであり、巻線固定枠に発生する渦電流による粘性制動力のリップルを限りなく零にすることができ、電機子巻線の温度上昇を効率的に放熱することが可能なコアレスリニアモータを提供することを目的とする。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】上記問題を解決するため、請求項 1 の本発明は、交互に極性が異なるように界磁極を構成する複数の永久磁石を直線状に並べて配置した界磁ヨークと、前記永久磁石の磁石列と磁氣的空隙を

介して対向配置されると共に複数個のコイル群を平板状に成形してなる電機子巻線を有したコアレス型の電機子とを備え、前記電機子は、前記電機子の長手方向に沿って、前記電機子巻線を両面に装着した巻線固定枠と、前記巻線固定枠を位置決め固定するための電機子固定板と、前記電機子巻線を前記巻線固定枠に固着するための樹脂モールドとより構成され、前記界磁ヨークと前記電機子の何れか一方を固定子に、他方を可動子として、前記界磁ヨークと前記電機子を相対的に走行するようにしたコアレスリニアモータにおいて、前記巻線固定枠の両端部は、前記巻線固定枠の長手方向に向かって前記永久磁石の磁極ピッチλに相当する長さだけ傾斜させて成形したものである。請求項2の本発明は、請求項1記載のリニアモータにおいて、前記巻線固定枠を非磁性のステンレスとしたものである。請求項3の本発明は、請求項1または2に記載のコアレスリニアモータにおいて、前記巻線固定枠を櫛歯状に成形したものである。請求項4の本発明は、請求項1から3までの何れか1項に記載のコアレスリニアモータにおいて、前記巻線固定枠の表面に、各々のコイル群の位置決めを行うための突起を設けたものである。請求項5の本発明は、請求項1から4までの何れか1項に記載のコアレスリニアモータにおいて、前記電機子固定板の内部に、冷媒を循環させる冷媒通路を設けたものである。

#### 【0005】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図に基づいて説明する。図3は本発明の第1の実施例を示すコアレスリニアモータの電機子であって、図2の電機子を側面から見たものに相当する。図において、7は巻線固定枠である。本発明が従来と異なる点は、以下のとおりである。巻線固定枠7は、例えばステンレス（SUS304）などの非磁性薄肉部材で構成してあり、巻線固定枠7の両端部は、巻線固定枠7の長手方向に向かって永久磁石の磁極ピッチλに相当する長さλ<sub>0</sub>の範囲だけ傾斜させて成形したものである。なお、組立の際には巻線固定枠7を電機子固定板5に挿入し位置決めした後、巻線固定枠7の両側面に電機子巻線8を沿うように配設して、電機子巻線8を電機子固定板5および巻線固定枠7に対して注型などの方法を用いて樹脂モールド9で一体に固着するようになっている。次に、動作について説明する。図示しない電源から駆動電流を電機子巻線8に供給することにより、リニアモータの可動子である電機子が一定推力を発生し移動すると、非磁性部材からなる巻線固定枠は、その両端部が傾斜した形状（いわゆるスキュー）を有しているため、永久磁石4の磁界内を巻線固定枠7が移動しても巻線固定枠7内での磁束変動が一定となり、粘性制動力が変動しない。その結果、リニアモータは一定速度で安定して走行する。また、駆動電流を電機子巻線8に供給すると同時に、コアレスリニアモータ1の電機子6部で発生した熱は、FRPに比べて熱伝

導性の高いステンレスよりなる巻線固定枠7を媒体として電機子固定板5に伝達して熱交換され、電機子巻線8の温度上昇が抑えられる。したがって、巻線固定枠7を、例えばステンレスなどの非磁性の薄肉部材で構成すると共に、巻線固定枠7の両端部を、巻線固定枠7の長手方向に向かって永久磁石の磁極ピッチλに相当する長さλ<sub>0</sub>の範囲だけ傾斜させて成形したので、永久磁石4の磁界内を巻線固定枠7が移動した際に巻線固定枠7内での磁束変動が一定となることから、渦電流が発生せず、粘性制動力の変動を抑えることができる。その結果、リニアモータの一定速送りを確実に行うことができる。また、巻線固定枠7は、ステンレスで構成されているため、従来のFRPに比べると熱伝導率が高いため、電機子固定板5への冷却効率も向上することができる。その結果、同推力のモータならば小型化が可能になり、同体形のモータならばより大きな推力を出すことができる。

【0006】次に本発明の第2の実施例について説明する。図4は本発明の第2の実施例を示すコアレスリニアモータの電機子であって、図2の電機子を側面から見たものに相当する。第2実施例が第1実施例と異なる点は、巻線固定枠7を櫛歯状に成形し、かつ、巻線固定枠7の根元の部分が電機子固定板5に設けた凹部5Aに挿入できるように配置した点である。次に動作について説明する。図示しない電源から駆動電流を電機子巻線8に供給することにより、リニアモータの可動子である電機子が一定推力を発生し移動すると、非磁性部材からなる巻線固定枠は、櫛歯状に成形されているので、電機子で発生する渦電流は、その回路が櫛歯間の切込みによって断たれ、細分化される。これによって、巻線固定枠7は、可動子である電機子の磁界の作る磁束と鎖交することなく、渦電流が発生しない。その結果、リニアモータは粘性制動力が引き起こされることもなく、粘性制動力のリップルを更に限りなく零にすると共に、一定速度で安定して走行する。なお、電機子の伝熱に関する動作については、第1実施例と同じなので省略する。次に、本実施例による効果の確認について、説明する。図5はリニアモータのストローク位置における推力特性を説明した図であって、(a)は従来技術、(b)は本発明の特性を示したものである。図に示すように、従来技術では、ストローク位置が変わる毎に、推力のリップルが変動しているのに対して、本発明では推力のリップルの変動はかなり減少しておることがわかる。本実施例は、このような構成にすることにより、巻線固定枠の形状を単に傾斜させる構成にするだけでなく、櫛歯状に形成することで、粘性制動力のリップルを更に限りなく零にすることができる。電機子巻線の温度上昇も効率的に放熱することができる。

【0007】次に本発明の第3の実施例について説明する。図6は本発明の第3の実施例を示すコアレスリニア

モータの電機子の正断面図である。第3実施例が第1、2実施例と異なる点は、巻線固定枠7の表面に、各々のコイル群の位置決めを行うための突起7Aを設けるようにした点である。また、電機子固定板5の内部に、冷媒を循環させる冷媒通路10を設けたものである。このように、巻線固定枠7の表面に、突起7Aを設けることにより、巻線固定枠7に各コイル群の位置決めを正確に行うことができるようになることから、その結果、推力リップルを抑え、推力特性のバラツキを抑えることができる。また、電機子固定板5の内部に冷媒通路10を設けることにより、電機子固定板5と巻線固定枠7間の熱抵抗が小さくなるので、電機子巻線8の温度上昇をより効率的に放熱することができる。なお、本発明では電機子を可動子とするムービングコイル型リニアモータを例示して説明したが、界磁極を可動子とするムービングマグネット型リニアモータに適用しても構わない。また、本発明では、リニアモータの電機子巻線を集中巻の例を用いて例示したが、ヘリカル巻や整列巻等による他の巻線方法でも構わず、限定されることはない。

#### 【0008】

【発明の効果】以上述べたように、本発明は以下の効果がある。

(1) コアレスリニアモータの巻線固定枠を、例えばステンレスなどの非磁性の薄肉部材で構成すると共に、巻線固定枠の両端部を、巻線固定枠の長手方向に向かって永久磁石の磁極ピッチ $\lambda$ に相当する長さ $\lambda_c$ の範囲だけ傾斜させて成形したため、永久磁石4の磁界内を巻線固定枠7が移動した際に巻線固定枠7内での磁束変動が一定となることがから、渦電流による粘性制動力の変動を抑えることができる。その結果、リニアモータの一定速送りを確実に行うことができる。

(2) また、巻線固定枠の形状を単に傾斜させる構成にするだけでなく、櫛歯状に形成することで、粘性制動力のリップルを更に限りなく零にすることができる。

(3) 巻線固定枠は、ステンレス構成されているため、従来のFRPに比べて熱伝導率が高いため、電機子固定板5への冷却効率も向上することができる。その結果、同推力のモータならば小型化が可能になり、同体型のモ

ータならばより大きな推力を出すことができる。

(4) 巻線固定枠は、その表面に突起を設けたため、巻線固定枠に各コイル群の位置決めを正確に行うことができるようになり、その結果、推力リップルを抑え、推力特性のバラツキを抑えることができる。

(5) 電機子固定板は、その内部に冷媒通路を設けたため、電機子固定板と巻線固定枠間の熱抵抗が小さくなり、電機子巻線の温度上昇をより効率的に放熱することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明と従来技術に共通なコアレスリニアモータの全体斜視図である。

【図2】図1における電機子の正断面図である。

【図3】本発明の第1の実施例を示すコアレスリニアモータの電機子であって、図2の電機子を側面から見たものに相当する。

【図4】本発明の第2の実施例を示すコアレスリニアモータの電機子であって、図2の電機子を側面から見たものに相当する。

【図5】リニアモータのストローク位置における推力特性を説明した図であって、(a)は従来技術、(b)は本発明の特性を示したものである。

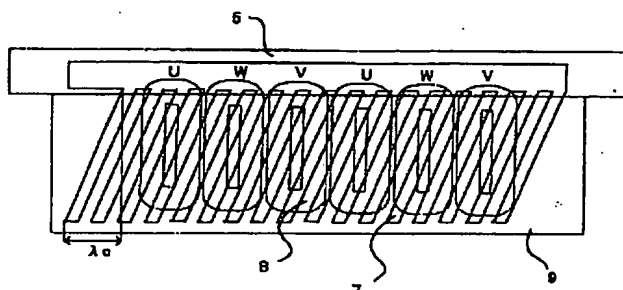
【図6】本発明の第3の実施例を示すコアレスリニアモータの電機子の正断面図である。

【図7】従来のコアレスリニアモータの電機子であって、図2の電機子を側面から見たものに相当する。

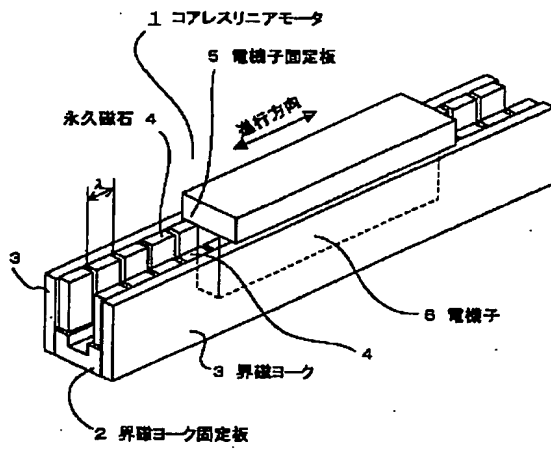
#### 【符号の説明】

- 1 コアレスリニアモータ
- 2 界磁ヨーク固定板
- 3 界磁ヨーク
- 4 永久磁石
- 5 電機子固定板
- 6 電機子
- 7 巻線固定枠
- 7A 突起
- 8 電機子巻線
- 9 樹脂モールド
- 10 冷媒通路

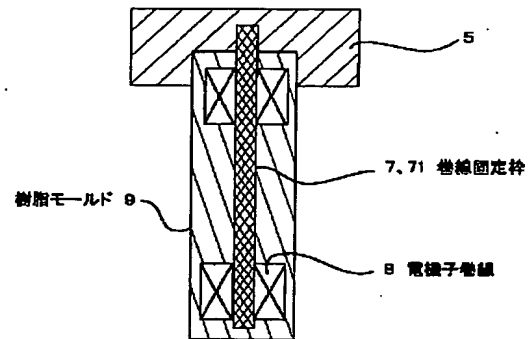
【図4】



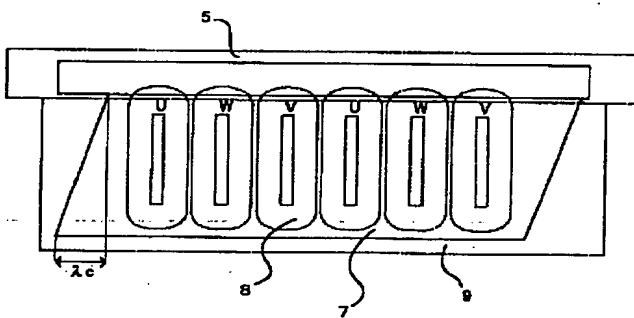
【図1】



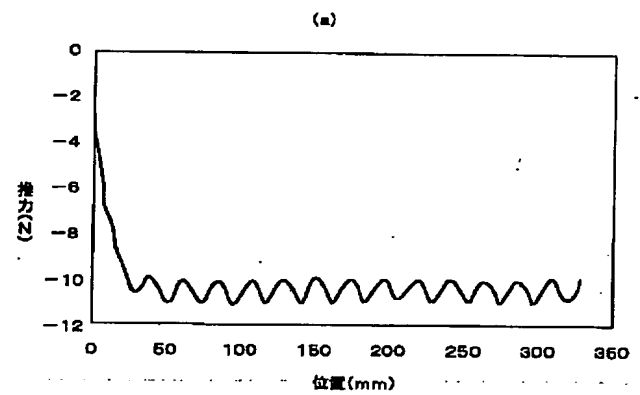
【図2】



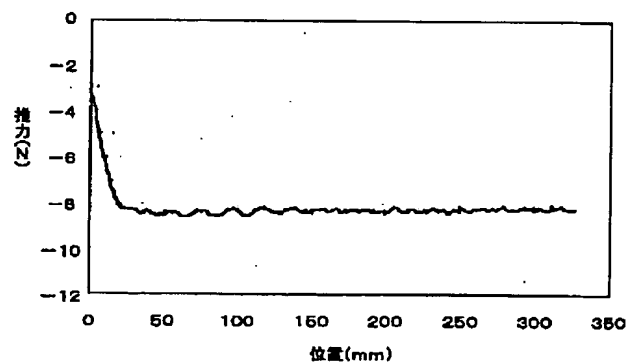
【図3】



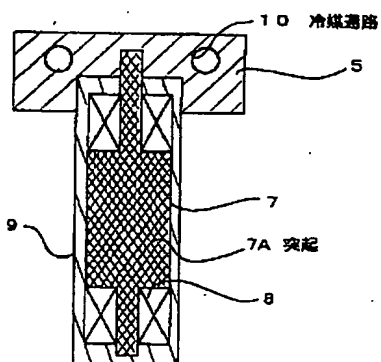
【図5】



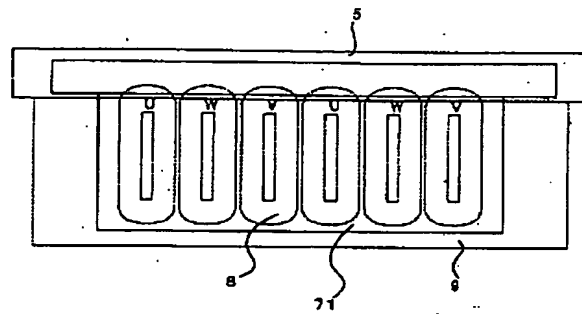
(b)



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5H609 BB08 PP09 QQ10 RR37  
5H641 BB06 BB18 BB19 GG02 GG03  
GG05 GG07 GG11 GG12 HH02  
HH03 HH05 HH06 JB04 JB05